



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 10 638 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
H 01 L 33/00
H 01 L 51/10

⑳ Aktenzeichen: 100 10 638.2
㉔ Anmeldetag: 3. 3. 2000
㉕ Offenlegungstag: 13. 9. 2001

DE 100 10 638 A 1

㉚ Anmelder:
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,
93049 Regensburg, DE

㉛ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

㉜ Erfinder:
Bogner, Georg, 93138 Lappersdorf, DE; Debray,
Alexandra, 92318 Neumarkt, DE; Waitl, Günter,
93049 Regensburg, DE

㉞ Entgegenhaltungen:
DE 41 28 995 C2
DE 298 04 149 U1
DE 696 02 625 T2
DE 37 86 577 T2
WO 99 16 136 A1
WO 98 54 930 A2
WO 97 50 132 A1

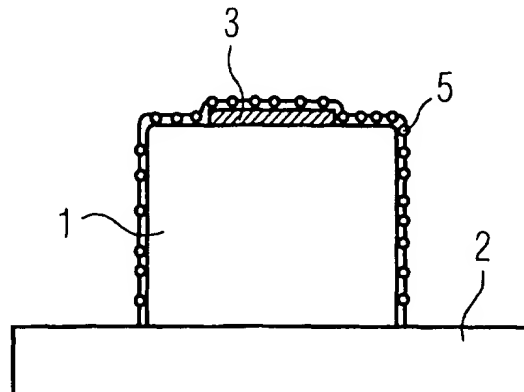
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉟ Verfahren zur Herstellung eines lichtabstrahlenden Halbleiterkörpers mit Lumineszenzkonversionselement

㊱ Die Erfindung beschreibt zwei Verfahren zur Herstellung von Halbleiterbauelementen, bei denen ein Lumineszenzkonversionselement direkt auf den Halbleiterkörper (1) aufgebracht ist. Bei dem ersten Verfahren wird eine Suspension (4), die einen Haftvermittler und mindestens einen Leuchtstoff (5) enthält, schichtartig auf den Halbleiterkörper (1) aufgebracht. Im nächsten Schritt entweicht das Lösungsmittel, so daß nur noch der Leuchtstoff (5) mit dem Haftvermittler auf dem Halbleiterkörper verbleibt.

Im zweiten Verfahren wird der Halbleiterkörper (1) mit einer Haftmittlerschicht (6) versehen, auf die der Leuchtstoff (5) unmittelbar aufgebracht wird.



100 10 638 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines lichtabstrahlenden Halbleiterkörpers mit Lumineszenzkonversionselement nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 beziehungsweise Patentanspruch 3.

Lichtabstrahlende Halbleiterbauteile mit Lumineszenzkonversionselement sind beispielsweise aus WO 97/50132 bekannt. Diese Anordnungen enthalten einen Halbleiterkörper, der im Betrieb Licht aussendet (Primärlicht), und ein Lumineszenzkonversionselement, das einen Teil dieses Lichts in einen anderen Wellenlängenbereich konvertiert (Fluoreszenzlicht). Der Farbeindruck des von einem solchen Halbleiterbauelement emittierten Lichts ergibt sich durch additive Farbmischung aus Primärlicht und Fluoreszenzlicht.

Das Lumineszenzkonversionselement kann in verschiedener Weise dem Halbleiterkörper nachgeordnet sein. In vielen Ausführungsformen besteht das Lumineszenzkonversionselement aus Leuchtstoffen, die in einer den Halbleiterkörper umgebenden Vergußmasse eingebettet sind.

Diese Anordnungen besitzen den Nachteil, daß aufgrund von Sedimentation der Leuchtstoffe in der Vergußmasse die Leuchtstoffe räumlich inhomogen verteilt sind. Weiterhin sind die Quellen von Primärlicht – Halbleiterkörper – und von Fluoreszenzlicht – Vergußmasse mit Leuchtstoff – im allgemeinen von verschiedener Form und Größe, so daß ein räumlich inhomogener Farbeindruck entsteht und bei optischen Abbildungen starke chromatische Fehler auftreten. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß der Farbeindruck von der optischen Weglänge in der Vergußmasse abhängt, so daß fertigungsbedingte Schwankungen der Vergußmassendicke zu verschiedenen Farbeindrücken führen.

Ist ein gleichmäßiger Farbeindruck in verschiedene Beobachtungsrichtungen erforderlich, so ist weiterhin die Formgebung der Bauelemente dadurch nachteilig limitiert, daß die optische Weglänge in der Vergußmasse für alle gewünschten Beobachtungsrichtungen annähernd gleich sein sollte.

In der oben genannten Druckschrift ist weiterhin angegeben, daß der Leuchtstoff auch direkt auf dem Halbleiterkörper aufgebracht sein kann. Durch diese Anordnung werden die vorgenannten Nachteile umgangen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, das die direkte Aufbringung des Leuchtstoffs auf einen Halbleiterkörper ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 oder 3 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird im ersten Verfahrensschritt der Halbleiterkörper nach einem üblichen Verfahren gefertigt, auf einen Träger montiert und mit Kontakten versehen. Im zweiten Schritt wird der Leuchtstoff zusammen mit einem Haftvermittler in einem Lösungsmittel suspendiert. Vorteilhafterweise kann als Lösungsmittel Butylazetat verwendet werden. Diese Suspension wird schichtartig auf den Halbleiterkörper aufgebracht. In einem dritten Schritt wird das Bauelement getrocknet, wobei das Lösungsmittel entweicht und der Leuchtstoff mit dem Haftvermittler auf dem Halbleiterkörper zurückbleibt.

Ein weiteres erfindungsgemäßes Verfahren besteht darin, in einem ersten Verfahrensschritt den Halbleiterkörper zu fertigen, auf einen Träger zu montieren und mit Kontakten zu versehen. Im zweiten Schritt wird der Halbleiterkörper mit einem Haftvermittler beschichtet. Im dritten Schritt wird auf diese Haftvermittlerschicht der Leuchtstoff aufgebracht.

In einer bevorzugten Ausführung dieses Verfahrens wird

wendet. Diese Materialien werden oftmals bei der Fertigung von Leuchtdioden eingesetzt und können daher kostengünstig für die erfindungsgemäßen Verfahren herangezogen werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführung des letzteren Verfahrens wird der Leuchtstoff auf den Haftvermittler aufgestreut. Durch diese Methode läßt sich eine gleichmäßige, wohl dosierte Leuchtstoffschicht auf den Halbleiterkörper aufbringen. Alternativ kann der Leuchtstoff auch aufgeblasen oder aufgestäubt werden.

Mit besonderem Vorteil kann bei beiden erfindungsgemäßen Verfahren ein Leuchtstoff mit einer mittleren Korngröße von 10 µm verwendet werden. Bei Verfahren nach dem Stand der Technik ist die Korngröße deutlich geringer und wird so klein wie möglich gehalten, um Sedimentation des Leuchtstoffs in der Vergußmasse zu vermeiden. Nachteiligerweise steigt aber mit kleiner werdender Korngröße die Lichtstreuung an den Leuchtstoffpartikeln, so daß die Lumineszenzkonversionseffizienz insgesamt sinkt. Dieser Nachteil wird mit den erfindungsgemäßen Verfahren umgangen.

In einer vorteilhaften Weitergestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren wird der Herstellungsprozeß fortgeführt mit dem Vergießen des Bauelements in Epoxid- oder Acrylharz.

Mit besonderem Vorteil können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Halbleiterkörper verwendet werden, die Licht mit einer Zentralwellenlänge unter 460 nm abstrahlen. Die Verwendung solcher Halbleiterkörper ist bei den oben beschriebenen Bauelementen nach dem Stand der Technik nicht sinnvoll, da Licht in diesem Wellenlängenbereich die Vergußmasse, insbesondere handelsübliche Epoxidharze, schädigt und die Vergußmasse dadurch sehr schnell altert. Dieser Nachteil tritt bei den erfindungsgemäßen Verfahren nicht auf, da ein Teil der Strahlung unmittelbar am Halbleiterkörper konvertiert wird, so daß der Anteil der kurzwelligen Strahlung in der Vergußmasse reduziert ist. Weiterhin ist die Leistungsdichte der Strahlung in der Vergußmasse aufgrund der größeren Entfernung des Vergusses vom dem strahlungsemitternden Bereich des Halbleiterkörpers geringer.

Mit besonderem Vorteil eignen sich die erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung von Weißlichtleuchtdioden, wie sie in der oben genannten Druckschrift beschrieben sind. Hierbei sind Leuchtstoff und Halbleiterkörper so aufeinander abgestimmt, daß die Farben von Primärlicht und Fluoreszenzlicht zueinander komplementär sind. Durch additive Farbmischung wird der Eindruck weißen Lichts hervorgerufen.

Eine Mehrzahl von Bauelementen, die nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt sind, können zu größeren Beleuchtungseinheiten zusammengefügt werden. Die erfindungsgemäßen Verfahren erlauben mit Vorteil die Herstellung von Bauelementen mit kleinem Volumen beziehungsweise hoher Leuchtdichte, da keine Vergußmasse benötigt wird. Größere Beleuchtungseinheiten, gegebenenfalls mit matrixartiger Anordnung der Bauelemente, zeichnen sich durch besonders hohe Leuchtdichte aus.

Mit besonderem Vorteil eignen sich die erfindungsgemäß hergestellten Bauteile als Lichtquellen in abbildenden Linsensystemen. Da Primär- und Fluoreszenzlicht aus räumlich eng benachbarten und etwa gleich großen Volumina abgestrahlt werden, sind die chromatischen Verzerrungen, die ein solches Linsensystem hervorruft, deutlich geringer als bei Lichtquellen nach dem oben genannten Stand der Technik.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 4.

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 schematisch die Abstrahlcharakteristik eines nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bauelements und

Fig. 4 schematisch die Abstrahlcharakteristik eines Bauelements nach dem Stand der Technik.

Fig. 1 veranschaulicht die Herstellung eines Halbleiterkörpers mit direkt aufgebrachtem Lumineszenzkonversionselement nach dem Verfahren von Patentanspruch 1.

Im ersten Verfahrensschritt, **Fig. 1a**, wird der Halbleiterkörper **1** nach einer üblichen Fertigungsmethode hergestellt. Der Halbleiterkörper **1** wird auf einen Träger **2** montiert und mit Kontakten **3** versehen. Bezüglich der nachfolgenden Schritte ist die Herstellung keinen prinzipiellen Beschränkungen unterworfen.

Im zweiten Verfahrensschritt, **Fig. 1b**, wird eine dünne Schicht einer Suspension **4** eines Leuchtstoffs **5** in Butylazetat auf mindestens eine Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** aufgebracht. Als Haftvermittler kann beispielsweise PERENOL **45** (Henkel) verwendet werden. Der Leuchtstoff **5** ist in dieser Suspension in hoher Konzentration enthalten mit einem Volumenanteil über 40%. Die Suspensionsschicht kann durch Aufsprühen oder Auftropfen hergestellt werden. Im letzteren Fall ist die Tropfmenge so bemessen, daß sich eine gleichmäßig dünne, die freien Oberflächen des Halbleiterkörpers **1** umschließende Schicht ergibt. Als Leuchtstoff **5** kann beispielsweise Ce- oder Tb-aktiviertes Yttriumaluminiumgranat oder eine Abwandlung dieses Granats verwendet werden. Wird die Suspensionsschicht **4** durch einen Sprühprozeß aufgebracht, so können auch nur Teilbereiche der Halbleiterkörperoberfläche mit der Suspension **4** bedeckt werden. Weiterhin können der Suspension **4** zur Erzielung einer möglichst homogenen Schicht Rheologieadditive und Netzmittel zugesetzt werden. Im anschließenden dritten Verfahrensschritt wird das Bauelement getrocknet, wobei das Lösungsmittel Butylazetat gemäß **Fig. 1c** verdampft, so daß lediglich der Leuchtstoff **5** mit dem Haftvermittler auf dem Halbleiterkörper verbleibt, **Fig. 1d**.

Fig. 2 stellt die Herstellung eines Halbleiterkörpers mit direkt aufgebrachtem Lumineszenzkonversionselement nach dem Verfahren von Patentanspruch 3 dar.

Im ersten Verfahrensschritt gemäß **Fig. 2a** wird wiederum der Halbleiterkörper **1** hergestellt, auf einen Träger **2** montiert und mit Kontakten **3** versehen.

Auf diesen Halbleiterkörper wird im zweiten Schritt eine dünne Schicht Epoxidharz **6** als Haftvermittler aufgesprüht,

Fig. 2b. Diese Schicht **6** dient im Gegensatz zu Bauelementen nach dem Stand der Technik nicht als Vergußmasse oder Gehäuse, sondern lediglich als Klebstoff für den aufzubringenden Leuchtstoff **5**.

Im dritten Verfahrensschritt gemäß **Fig. 2c** wird der Leuchtstoff **5** aufgestreut. Nach diesem Schritt haftet der Leuchtstoff **5** in einer gleichmäßig dünnen Schicht auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers **1**, **Fig. 2d**. Nach dem Abbinden des Epoxidharzes können weitere Prozeßschritte, beispielsweise der Verguß des Bauelements oder der Einbau in eine Beleuchtungsmatrix erfolgen.

Fig. 3 veranschaulicht die Abstrahlcharakteristik eines nach einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Bauelements **7**. Bei den erfindungsgemäßen Bauelementen **7** werden die Lichtkegel von Primärlicht **8** und Fluoreszenzlicht **9** aus nahezu denselben Volumina abgestrahlt und überdecken sich daher weitestgehend.

Im Vergleich dazu zeigt **Fig. 4** die Abstrahlcharakteristik

Bauelemente nach dem Stand der Technik weisen einen auf die optische Achse konzentrierten Primärlichtkegel **11** auf, der aus dem Halbleiterkörper emittiert wird. Das Fluoreszenzlicht **12** wird aus der gesamten Vergußmasse abgestrahlt, so daß der Fluoreszenzlichtkegel **12** deutlich divergenter ist als der Primärlichtkegel **11**.

Blickt man im Betrieb entlang der optischen Achse auf ein solches Bauelement **10** nach dem Stand der Technik, so ist das abgestrahlte Mischlicht im Zentrum zur Primärfarbe hin verfärbt und im Außenbereich von einem kreisförmigen Saum umgeben, der die Farbe des Fluoreszenzlichts besitzt.

Hingegen ruft ein nach einem erfindungsgemäßen Verfahren gefertigtes Bauteil **7** einen räumlich gleichmäßigen mischfarbigen Farbeindruck hervor.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines lichtabstrahlenden Halbleiterbauelements, das einen auf ein Trägerelement (**2**) montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterkörper (**1**) und ein Lumineszenzkonversionselement enthält, das mindestens einen Leuchtstoff (**5**) aufweist und das auf den Halbleiterkörper (**1**) aufgebracht ist, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- Herstellung des Halbleiterkörpers (**1**), Montage auf das Trägerelement (**2**) und elektrische Kontaktierung,
- schichtartiges Aufbringen einer Suspension (**4**), in die mindestens ein Haftvermittler und der mindestens eine Leuchtstoff (**5**) eingebracht ist, auf mindestens eine Oberfläche des Halbleiterkörpers (**1**),
- Trocknung des Halbleiterbauelements, wobei im wesentlichen der Leuchtstoff (**5**) auf dem Halbleiterkörper (**1**) zurückbleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel Butylazetat verwendet wird.

3. Verfahren zur Herstellung eines lichtabstrahlenden Halbleiterbauelements, das einen auf ein Trägerelement (**2**) montierten und elektrisch kontaktierten Halbleiterkörper (**1**) und ein Lumineszenzkonversionselement enthält, das mindestens einen Leuchtstoff (**5**) aufweist und das auf den Halbleiterkörper (**1**) aufgebracht ist, **gekennzeichnet durch** die Schritte

- Herstellung des Halbleiterkörpers (**1**), Montage auf das Trägerelement (**2**) und elektrische Kontaktierung,
- Aufbringung einer Haftvermittlerschicht (**6**) auf mindesten eine Oberfläche des Halbleiterkörpers,
- Aufbringung des mindestens einen Leuchtstoffs (**5**) auf die mindestens eine Oberfläche des Halbleiterkörpers.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Haftvermittler (**6**) Epoxidharz, Acrylharz oder Silikon verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Leuchtstoff (**5**) aufgestreut, aufgeblasen oder aufgestäubt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Leuchtstoff (**5**) anorganische Phosphore, Ce- oder Tb-aktivierte Granate, Erdalkalisulfide oder organische Farbstoffe verwendet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Korngröße des mindestens einen Leuchtstoffs (**5**) 10 µm beträgt.

kennzeichnet durch das Eingießen des Bauelements in Epoxidharz oder Acrylharz.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentralwellenlänge der von dem Halbleiterkörper (1) im Betrieb emittierten Strahlung unter 460 nm liegt. 5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbe der von dem Halbleiterkörper (1) im Betrieb emittierten Strahlung und die Farbe des von dem mindestens einen Leuchtstoff emittierten Lichts zueinander komplementär sind, so daß der Eindruck weißen Lichts hervorgerufen wird. 10

11. Verwendung einer Mehrzahl von nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellten Bauelemente in einer LED-Beleuchtungseinheit. 15

12. Verwendung einer Mehrzahl von nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellten Bauelemente in einer LED-Beleuchtungseinheit, in der die nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellten Bauelemente matrixartig angeordnet sind. 20

13. Verwendung eines nach einem der Ansprüche 1 bis 10 hergestellten Bauelements als Lichtquelle in einer abbildenden Optik.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG 1

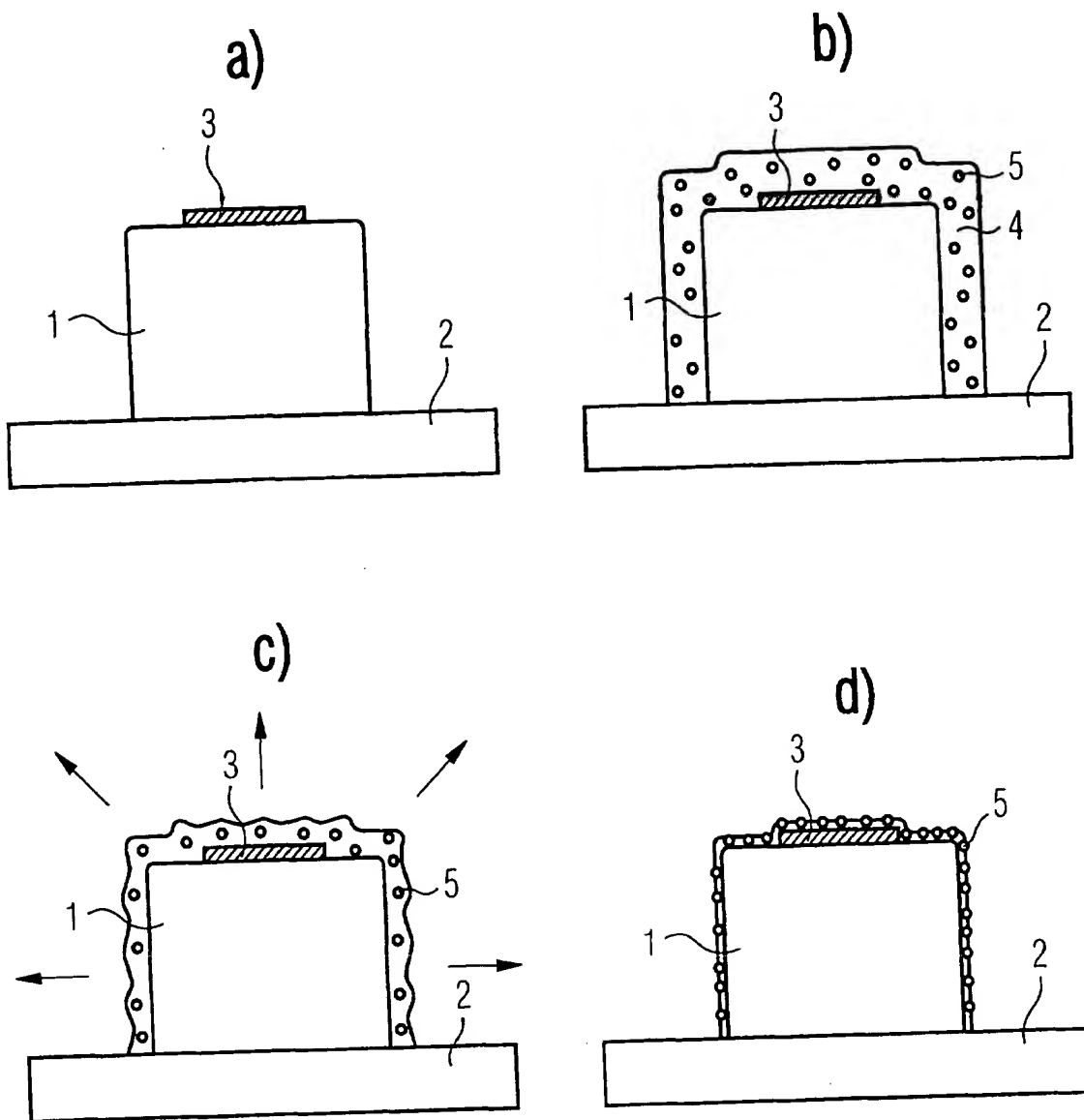


FIG 2

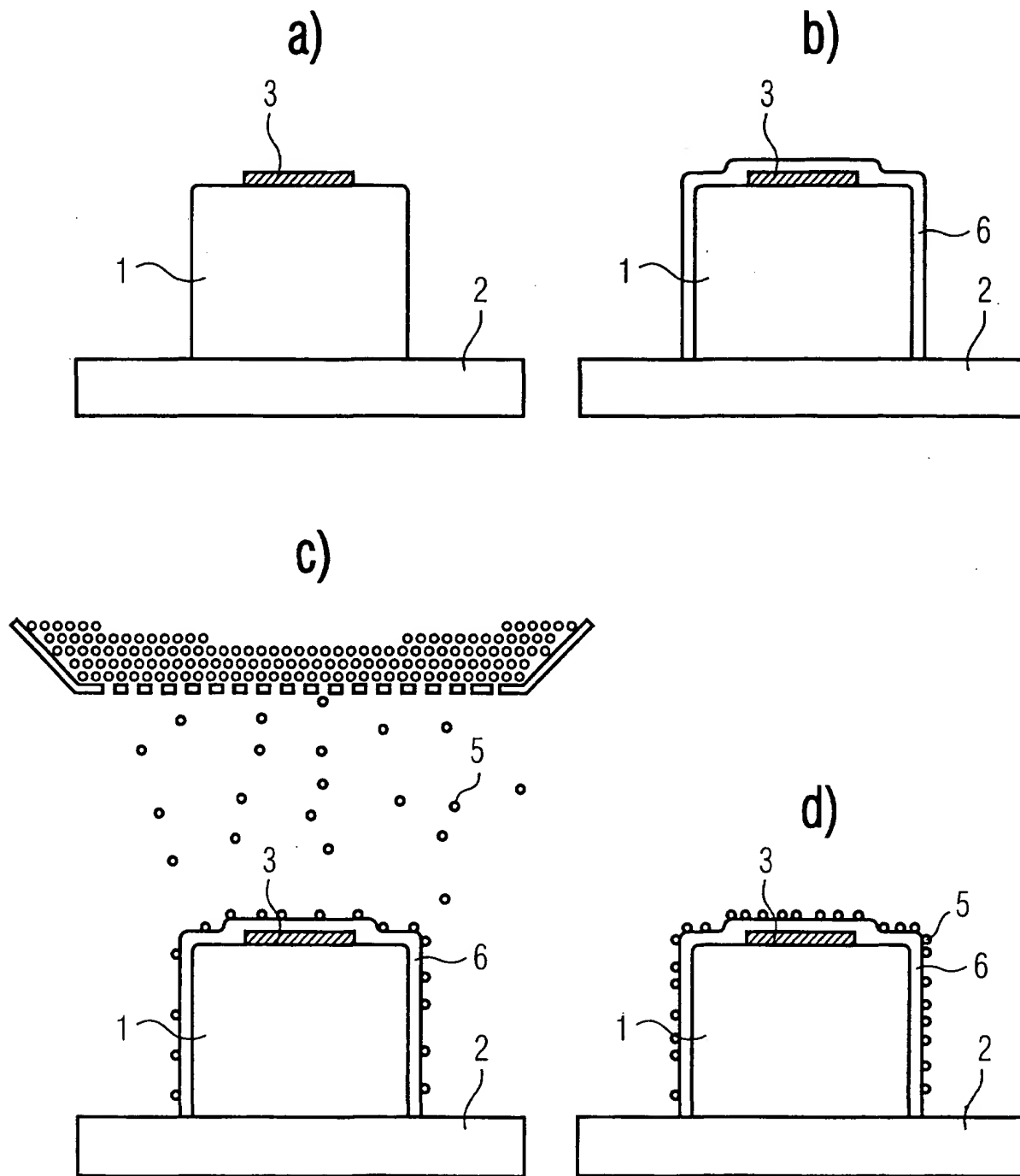


FIG 3

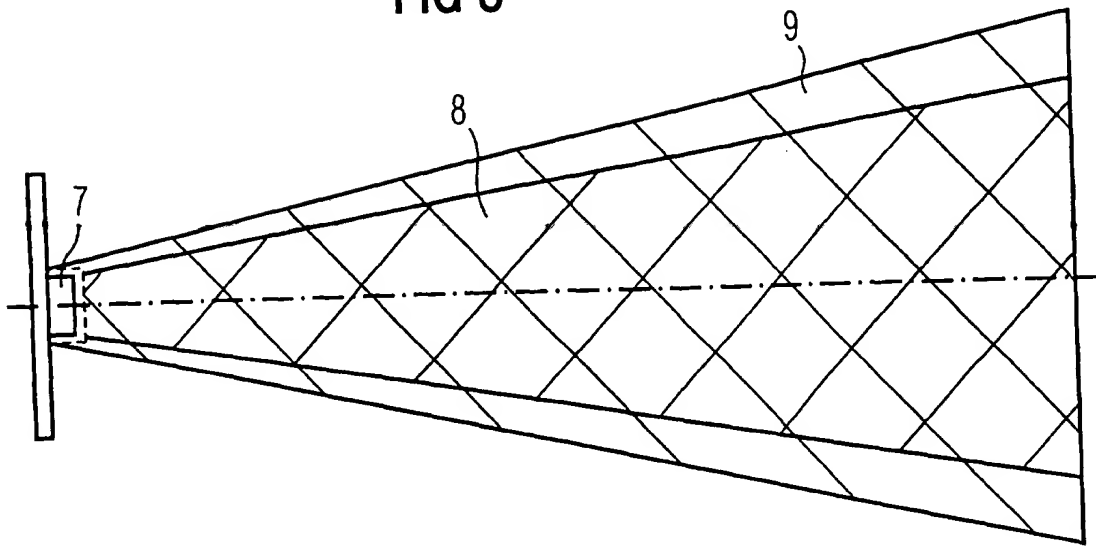


FIG 4

